

PAT-NO: JP02004047665A

DOCUMENT-IDENTIFIER:

TITLE: APPARATUS

PUBN-DATE: February 12, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KYOMASU, RYUICHI	N/A
KONDO, YUTAKA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHINKAWA LTD	N/A

APPL-NO: JP2002202115

APPL-DATE: July 11, 2002

INT-CL (IPC): H01L021/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To further reduce shock, when a capillary goes down in a apparatus.

SOLUTION: A bonding head section 10 comprises an ultrasonic transducer 16 having a capillary 14 at the tip; piezoelectric elements 30, 32 that are a pair of complementary operation type expansion/contraction drive elements for relatively moving the ultrasonic transducer 16 to a bond holder 20; a shock detecting sensor 21; and a Z motor 22 for driving the bond holder 20. When one of the piezoelectric elements 30, 32 is driven in the expanding/contracting direction, the other is driven in a compression direction. When the shock detecting sensor 21 detects that the capillary 14 has moved down by the Z motor 22 and comes into contact with the upper surface of a semiconductor chip, the shock detecting sensor 21 the drive of the Z motor 22, performs complementary extraction/contraction drive of the elements 30, 32, rocks the ultrasonic transducer 16, and moves the capillary 14 upward.

COPYRIGHT: (C) 2004, JPO

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-47665

(P2004-47665A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/60F1
H01L 21/60 301Gテーマコード(参考)
5F044

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-202115(P2002-202115)
(22) 出願日 平成14年7月11日(2002.7.11)(71) 出願人 000146722
株式会社新川
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の
1
(74) 代理人 100075258
弁理士 吉田 研二
(74) 代理人 100096976
弁理士 石田 純
(72) 発明者 京増 隆一
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の
1 株式会社新川内
(72) 発明者 近藤 豊
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の
1 株式会社新川内
Fターム(参考) 5F044 BB01 BB03 CC05

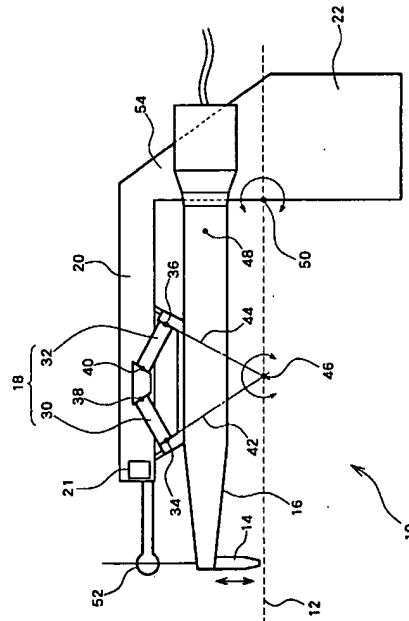
(54) 【発明の名称】 ワイヤボンディング装置

(57) 【要約】

【課題】 ワイヤボンディング装置において、キャピラリ下降時における衝撃をより軽減することである。

【解決手段】 ボンディングヘッド部10は、キャピラリ14を先端に有する超音波トランスデューサ16と、超音波トランスデューサ16をボンドホルダ20に対し相対的に移動させる一対の相補動作型伸縮駆動素子である圧電素子30、32と、衝撃検知センサ21と、ボンドホルダ20を駆動するZモータ22とを備える。圧電素子30、32は一方の圧電素子が伸長方向に駆動される時、他方の圧電素子は圧縮方向に駆動される。Zモータ22によりキャピラリ14が下降して半導体チップの上面に接触したことを衝撃検知センサ21が検知すると、Zモータ22の駆動を止め、圧電素子30、32を相補型で伸縮駆動し、超音波トランスデューサ16を揺動させ、キャピラリ14を上方に移動させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボンディング対象を保持する載物テーブルと、
ボンディングワイヤを挿通するキャピラリを先端に有するキャピラリ保持体と、
前記キャピラリ保持体を保持する保持体ホルダと、
前記保持体ホルダを前記載物テーブルの上面に対し相対的に移動駆動し、前記キャピラリを前記載物テーブルに接離可能に移動させるホルダアクチュエータと、
前記保持体ホルダと前記キャピラリ保持体との間に設けられ、前記キャピラリ保持体を前記保持体ホルダに対し相対的に移動駆動する保持体アクチュエータと、
を備え、
前記保持体アクチュエータは、前記ホルダアクチュエータに前記キャピラリと前記載物テーブル上面との間の近接に基づいて、前記キャピラリを上方に移動させることを特徴とするワイヤボンディング装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記キャピラリの前記載物テーブル上面に対する接触により、前記キャピラリが前記載物テーブル上面から受ける衝撃を検知して検知信号を出力する衝撃検知センサと、
前記検知信号に基づいて、前記保持体アクチュエータの駆動を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とするワイヤボンディング装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記キャピラリ保持体は、前記載物テーブルの上面に沿い延伸し、その先端に前記載物テーブルの上面に向かって垂下して設けられるキャピラリを有しており、
前記保持体アクチュエータは、前記キャピラリ保持体にその延伸方向に離隔して設けられた一对の保持体側取付位置と、その保持体側取付位置に対応して前記保持体ホルダに設けられたホルダ側取付位置との間に取付けられた一对の相補動作型伸縮駆動素子を含み、
前記一对の相補動作型伸縮駆動素子は、一方の素子が伸長動作するとき他方が収縮動作することを特徴とするワイヤボンディング装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記一对の相補動作型伸縮駆動素子は、
一方の素子の保持体側取付位置から、その保持体側取付位置に印加される伸縮駆動力の方向に対して直交する方向に延ばした第 1 の法線と、
他方の素子の保持体側取付位置から、その保持体側取付位置に印加される伸縮駆動力の方向に対して直交する方向に延ばした第 2 の法線と、
が交わる法線交点が載物テーブルの上面に対応する位置にくるように配置され、
前記保持体アクチュエータは、前記法線交点を揺動中心として、前記キャピラリ保持体を前記揺動中心の周りに揺動駆動することを特徴とするワイヤボンディング装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記揺動中心は、前記キャピラリ保持体の重心位置と前記キャピラリが設けられる位置との間の位置に設けられることを特徴とするワイヤボンディング装置。

40

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記保持体アクチュエータは圧電素子であることを特徴とするワイヤボンディング装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記圧電素子は、前記保持体ホルダに対する前記キャピラリ保持体の相対的な移動駆動を行っていない場合において、前記キャピラリが前記載物テーブル上面から受ける衝撃を検知して検知信号を出力することを特徴とするワイヤボンディング装置。

50

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 に記載のワイヤボンディング装置において、
前記キャピラリ保持体は、超音波トランスデューサであることを特徴とするワイヤボンディング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワイヤボンディング装置に係り、特にボンディング対象に対する衝撃を軽減できる高速ワイヤボンディング装置に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

ワイヤボンディング技術は、例えば、LSI等の半導体チップの入出力端子等（ボンディングパッド）と、半導体チップが搭載されるパッケージあるいは回路基板の端子（ボンディングリード）との間を細い金属ワイヤで接続する技術であり、ワイヤボンディング装置はそれに用いられる装置である。

【0003】

ワイヤは、キャピラリと呼ばれる筒体に挿通されて保持される。したがって、ワイヤボンディング装置は、キャピラリと半導体チップあるいは回路基板との間の相対的な位置決めのための機構を備える。例えば代表的な超音波方式ワイヤボンディング装置では、超音波エネルギーの伝達に適した形状に作られた細長い棒状の超音波トランスデューサの先端にキャピラリが設けられ、超音波トランスデューサを移動させてキャピラリを半導体チップ等に向けて上下させる上下機構を備えている。

20

【0004】

例えばこの上下機構として、キャピラリを先端に備える超音波トランスデューサをホルダで保持し、そのホルダをリニアモータにより移動させる機構が用いられる。そして、上下機構のシステム全体がサーボ技術により制御され、キャピラリ先端の変位、速度、加速度等が管理されて、ボンディングパッドへの接触が行われる。次に所定の押付け圧がキャピラリに対して印加され、ワイヤとボンディングパッドとに対し超音波エネルギーが印加されて接合が行われる。

【0005】

30

キャピラリがボンディングパッド等に対し下降する速度は、ワイヤボンディング作業時間を決める重要な要因の一つなので、この下降速度はできるだけ高速にしたい。ところが、キャピラリが高速で下降し、ボンディングパッドにそのまま衝突すると、その衝撃でICチップ等に損傷を与える。その衝撃は、キャピラリを下降させる移動機構全体の慣性の大きさに依存し、超音波トランスデューサ、ホルダ、上下機構等を備える現状の移動機構の下では相当大きなものとなる。そこで、キャピラリの下降速度を段階的に変化させ、キャピラリの先端がボンディングパッドにある程度近接した後は、下降速度を緩やかにすることが行われている。下降速度を変化させる位置は、半導体チップや回路基板等の厚みのばらつきを考慮し、例えば、厚みばらつき量に安全分を見込んだものに相当するところまでキャピラリが下降した位置から速度を落とす等の方法がとられる。

40

【0006】

このようにして、従来技術では、キャピラリの下降時の速度の高速性と衝撃の軽減とを考慮して、上下機構の制御が行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

近年、LSIチップが大規模化し、ボンディング個所が増大するに当たって、ワイヤボンディングの高速化が要求され、キャピラリの下降速度のより高速化がますます望まれてきている。

【0008】

また、ICチップに与える損傷の問題とは別に、電子部品の超小型化の流れの中で、キャ

50

ピラリ下降時にボンディング対象に与える衝撃を極力軽減することが求められてきている。従来においては、載物テーブルで下部がしっかり支持された回路基板等にワイヤボンディングが行われるので、回路基板等が、キャピラリ下降時に与えられる衝撃のためにたわむことは考えられていない。ところで、近時は、電子部品の超小型化のために立体的な回路組立体が設計され、その構造においては、下部に固定的な支持が得られない、いわば底状に突き出た基板にワイヤボンディングを行うことが求められることがある。この場合は、キャピラリ下降時に底状の基板に与えられる衝撃のため、基板がたわみ、キャピラリがボンディングパッド等の上をすべる等の問題で、ワイヤボンディングが困難となる可能性がある。したがって、キャピラリ下降時の衝撃のほとんどないいわば無衝撃ワイヤボンディング装置が望まれている。

10

【0009】

ところが、従来技術においては、キャピラリの下降速度を高速化すると衝撃の大きさも増大するため、衝撃を軽減するにはキャピラリの先端がボンディングパッドにある程度近接した後は、下降速度を緩やかにすることが行われている。したがって、衝撃をより軽減しようとするキャピラリ下降時の速度がより緩やかになり、高速化が阻害される。このように、従来技術においては、キャピラリの下降時の高速化と、キャピラリがLSIチップに与える衝撃の軽減とは、相反する要求となっている。

【0010】

また、従来技術においてキャピラリを下降させる機構は、例えば超音波トランスデューサのようなキャピラリ保持体をホルダ等で保持し、ホルダを上下駆動する等の複雑な構造となっている。したがって、機構全体の慣性が相当大きく、また下降速度の迅速な変更も困難で、ボンディングパッドに与える衝撃の軽減に限度があった。

20

【0011】

本発明の目的は、かかる従来技術の課題を解決し、キャピラリ下降時における衝撃をより軽減できるワイヤボンディング装置を提供することである。また、他の目的は、キャピラリの下降時においてより高速化が図れるワイヤボンディング装置を提供することである。さらに他の目的は、キャピラリの下降時においてより高速化を図るとともにキャピラリ下降時における衝撃をより軽減させることができるワイヤボンディング装置を提供することである。

【0012】

30

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係るワイヤボンディング装置は、ボンディング対象を保持する載物テーブルと、ボンディングワイヤを挿通するキャピラリを先端に有するキャピラリ保持体と、前記キャピラリ保持体を保持する保持体ホルダと、前記保持体ホルダを前記載物テーブルの上面に対し相対的に移動駆動し、前記キャピラリを前記載物テーブルに接離可能に移動させるホルダアクチュエータと、前記保持体ホルダと前記キャピラリ保持体との間に設けられ、前記キャピラリ保持体を前記保持体ホルダに対し相対的に移動駆動する保持体アクチュエータと、を備え、前記保持体アクチュエータは、前記ホルダアクチュエータによる前記キャピラリと前記載物テーブル上面との間の近接に基づいて、前記キャピラリを上方に移動させることを特徴とする。

40

【0013】

この構造により、キャピラリ保持体が前記保持体ホルダに対し相対的に移動することが可能となり、ホルダアクチュエータの駆動によりキャピラリが載物テーブル上面に近接したときに、保持体アクチュエータによりキャピラリを上方に移動させて、キャピラリ下降時の衝撃を軽減できる。すなわち、キャピラリの下降速度と独立に、キャピラリを保持体アクチュエータにより上方に移動させるので、キャピラリ下降時のより高速化と衝撃のより低減をともに図ることができる。また、保持体アクチュエータによるキャピラリの上方への移動駆動は、キャピラリ保持体のみを対象にすればよいので、迅速に行うことができる。ここで近接とは、2物体の間がまだ離れている状態の接近と、2物体の間が離れていない状態の接触とを含む。

50

【0014】

また、本発明に係るワイヤボンディング装置は、前記キャピラリの前記載物テーブル上面に対する近接により、前記キャピラリが前記載物テーブル上面から受ける衝撃を検知して検知信号を出力する衝撃検知センサと、前記検知信号に基づいて、前記保持体アクチュエータの駆動を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。この構造により、キャピラリが載物テーブル上面に近接し、例えばワイヤを介して半導体チップに接触したことを衝撃検知センサで検出し、キャピラリを上方に移動させることができる。

【0015】

また、本発明に係るワイヤボンディング装置において、前記キャピラリ保持体は、前記載物テーブルの上面に沿って延伸し、その先端に前記載物テーブルの上面に向かって垂下して設けられるキャピラリを有しており、前記保持体アクチュエータは、前記キャピラリ保持体にその延伸方向に離隔して設けられた一对の保持体側取付位置と、その保持体側取付位置に対応して前記保持体ホルダに設けられたホルダ側取付位置との間に取付けられた一对の相補動作型伸縮駆動素子を含み、前記一对の相補動作型伸縮駆動素子は、一方の素子が伸長動作するとき他方が収縮動作をすることを特徴とする。

【0016】

この構造により、キャピラリ保持体においてその延伸方向に離隔して取付けられた一对の相補動作型伸縮駆動素子の一方を伸長させ他方を収縮させて、キャピラリ保持体先端のキャピラリを上方に移動させることができる。

【0017】

また、前記一对の相補動作型伸縮駆動素子は、一方の素子の保持体側取付位置から、その保持体側取付位置に印加される伸縮駆動力の方向に対して直交する方向に延ばした第1の法線と、他方の素子の保持体側取付位置から、その保持体側取付位置に印加される伸縮駆動力の方向に対して直交する方向に延ばした第2の法線と、が交わる法線交点が載物テーブルの上面に対応する位置にくるように配置され、前記保持体アクチュエータは、前記法線交点を揺動中心として、前記キャピラリ保持体を前記揺動中心の周りに揺動駆動することが好ましい。

【0018】

この構造により、キャピラリ保持体が載物テーブルのほぼ上面上にある揺動中心の周りに揺動できるので、キャピラリの先端の動きを、載物テーブルの上面にたいしてほぼ鉛直方向とでき、キャピラリが半導体チップの上面を滑って移動することを防止できる。

【0019】

また、前記揺動中心は、前記キャピラリ保持体の重心位置と前記キャピラリが設けられる位置との間の位置に設けられることが好ましい。この構造により、キャピラリ保持体を揺動してキャピラリを上方に移動させるときに、キャピラリ保持体の重心位置における重力および慣性力によるモーメントがキャピラリの上方への移動を助ける方向に働く。したがって、キャピラリの上方への移動を少ない駆動力で迅速に行うことができる。

【0020】

また、前記保持体アクチュエータは圧電素子であることが好ましい。また、前記圧電素子は、前記保持体ホルダに対する前記キャピラリ保持体の相対的な移動駆動を行っていない場合において、前記キャピラリが前記載物テーブル上面から受ける衝撃を検知して検知信号を出力することが好ましい。この構成により、圧電素子を、アクチュエータとしての機能と衝撃検知センサとしての機能と使い分けができ、構成部品数を減らすことができる。

【0021】

また、前記キャピラリ保持体は、超音波トランスデューサであることが好ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態につき詳細に説明する。図1は、本発明が適用されるワイヤボンディング装置において、キャピラリを上下する機構を含むボンディングヘ

ッド部 10 を側面から表した図である。なお、ボンディングヘッド部 10 は載物テーブルとの位置関係が重要なので、載物テーブルの上面 12 を破線で示した。図において、超音波エネルギーを用いてワイヤとボンディングパッド等との接合を行う超音波ワイヤボンディング装置につき説明するが、それ以外の、例えば熱圧着式ワイヤボンディング装置等であってもよい。

【0023】

ボンディングヘッド部 10 は、キャピラリ 14 を先端に有する超音波トランスデューサ 16 と、超音波トランスデューサ 16 に取付けられた圧電アクチュエータ 18 と、圧電アクチュエータ 18 を介して超音波トランスデューサ 16 を保持するボンドホルダ 20 と、ボンドホルダ 20 に取付けられた衝撃検知センサ 21 と、ボンドホルダ 20 を駆動する Z モータ 22 とを備える。 10

【0024】

キャピラリ 14 は、ボンディング用のワイヤを挿通する筒状の部品である。超音波トランスデューサ 16 は、電気エネルギーを超音波振動に変換し、発生した超音波振動のエネルギーを先端のキャピラリに伝達する機能を有するエネルギー変換器である。その形状は、細長い棒状で、超音波振動のエネルギーの減衰を抑えて先端のキャピラリに効率よく伝達するのに適した外形に形づくられる。電気エネルギーは、図示されていない超音波発信制御部から信号線により供給される。

【0025】

圧電アクチュエータ 18 は、超音波トランスデューサ 16 とボンドホルダ 20 との間に設けられ、超音波トランスデューサ 16 をボンドホルダ 20 に対し相対的に移動させるためのアクチュエータである。圧電アクチュエータ 18 は、一対の圧電素子 30、32 を備え、一対の圧電素子は、ボンドホルダ 20 側において互いに向かい合うようにして超音波トランスデューサ 16 に対し斜めに取付けられる。すなわち、各圧電素子の超音波トランスデューサ 16 側の取付位置 34、36 の間隔は、ボンドホルダ 20 側の取付位置 38、40 の間隔より広く設定される。 20

【0026】

各圧電素子 30、32 は、図示されていない上下機構駆動制御部から駆動制御信号が供給され、その軸方向に伸縮する伸縮駆動素子である。その駆動制御は、一方の圧電素子が伸長方向に駆動されるとき、他方の圧電素子は圧縮方向に駆動されるように制御され、いわば相補型で駆動制御される。 30

【0027】

また、各圧電素子 30、32 の取付位置 34、36、38、40 は、以下の条件を満たすようにして配置される。すなわち、細長い棒状の超音波トランスデューサ 16 の長手方向の間の位置で、超音波振動を減衰させることの少ない領域、例えば超音波振動の節点の近傍に取付位置が選ばれる。そして、超音波トランスデューサ 16 側の取付位置 34 から、圧電素子 30 の伸縮方向、すなわち圧電素子 30 の軸方向に対して直交する方向に延ばした法線 42 と、取付位置 36 から、圧電素子 32 の伸縮方向に対して直交する方向に延ばした法線 44 との交点である法線交点が、およそ載物テーブルの上面 12 の高さで、キャピラリの位置と、超音波トランスデューサ 16 の重心位置 48 との間の位置にくるように配置される。 40

【0028】

この法線交点は、一対の圧電素子 30、32 が相補型で伸縮駆動されるとき、超音波トランスデューサ 16 が揺動運動を行うが、その揺動運動の揺動中心に相当する。

【0029】

ボンドホルダ 20 は、超音波トランスデューサ 16 と圧電アクチュエータ 18 を一体として保持し、載物テーブルの上面 12 に平行な回転軸 50 の周りに回転できる機能を有する部品である。回転軸 50 は、載物テーブルの上面 12 に対応する高さで、超音波トランスデューサ 16 の長手方向に対し直交する方向に設定される。ボンドホルダ 20 は、超音波トランスデューサ 16 の長手方向に沿って延びる形状で、キャピラリ 14 に対応する位置 50

にはワイヤクランプ５２が設けられ、ワイヤクランプ５２と反対側では超音波トランスデューサ１６の後部をまたぐようにして載物テーブルの上面１２側に向く一対の脚部５４が設けられる。一対の脚部５４において回転軸５０と回転自在に取付けられ、さらにＺモータ２２に接続される。なお、圧電アクチュエータ１８の取付位置３８、４０は、ワイヤクランプ５２の位置と脚部５４との間で、上述の条件を満たすように設定される。

【００３０】

衝撃検知センサ２１は、キャピラリ１４の先端が半導体チップ等のボンディング対象と接触したときに受ける衝撃を検知し、検知信号として出力するセンサで、例えば市販のショックセンサ等を用いることができる。検知信号は図示されていない上下機構駆動制御部に入力される。衝撃検知センサ２１は、ワイヤクランプ５２と圧電アクチュエータ１８の取付位置３８との間に設けられる。 10

【００３１】

Ｚモータ２２は、ボンドホルダ２０を回転軸５０周りに回転駆動する機能を有するモータで、変換機構を備えるリニアモータで構成される。Ｚモータの駆動は、図示されていない上下機構駆動制御部から駆動制御信号が供給されて行われる。

【００３２】

Ｚモータ２２の駆動制御は２つの機能に大別される。１つは、ボンドホルダ２０、圧電アクチュエータ１８、超音波トランスデューサ１６を一体として駆動し、超音波トランスデューサ１６先端のキャピラリ１４の変位、速度、加速度等を目標値に対して追従するように制御するキャピラリ移動サーボ制御である。目標値には半導体チップ上面より低い高さが選ばれ、この目標値まで指定速度で移動するように追従サーボが行われ、速度、加速度の変化により、キャピラリ先端と半導体チップ上面との接触を検知してＺモータ２２が停止する。もう１つの機能は、キャピラリ先端が半導体チップに接触した後に所定のボンディング荷重、すなわち押付け圧をキャピラリに対して印加する機能である。 20

【００３３】

図１に示す実施の形態のワイヤボンディング装置において、キャピラリ下降における動作の制御は、図示されていない上下機構駆動制御部によって行われる。その様子を図２と図３を用いて説明する。これらの図は、（ａ）に半導体チップがキャピラリから受ける荷重の時間変化を、（ｂ）にキャピラリ先端変位の時間変化を、時間軸の原点を共通にして示してある。したがって（ａ）によりキャピラリ下降における衝撃の大きさを、（ｂ）によりキャピラリ下降における速度を評価できる。なお、ボンディング対象は半導体チップ以外に回路基板等があるが、以下ではボンディング対象を半導体チップに代表させて説明する。 30

【００３４】

図２は、圧電アクチュエータ１８を駆動させずにキャピラリ１４をＺモータ２２の駆動により載物テーブルの上面１２にむけて下降させた場合の様子を示す図で、いわゆる従来技術の場合に相当する。図において、時刻ｔ１まではキャピラリ１４は高速度で下降する。そして時刻ｔ１から速度を緩めて下降する。時刻ｔ２は、キャピラリ１４が半導体チップに接触した時刻である。時刻ｔ２までは半導体チップが受ける荷重はゼロであるが、時刻ｔ２において、キャピラリ１４が半導体チップに衝突するため、衝撃力を受ける。衝撃力はピークに達した後、ワイヤ等の弾性、塑性変形等で緩和されて減少してゆく。その過程で時刻ｔ３においてボンディング荷重が印加され、その後定常状態に移行する。このように、キャピラリ１４をＺモータ２２の駆動のみで下降させた場合は、時刻ｔ２から時刻ｔ３の間で半導体チップはおおきな衝撃力を受け、そのピーク値は例えば５００ｍＮ（約５０ｇ重）から１０００ｍＮ（約１００ｇ重）に達する。なお、ボンディング荷重の大きさは、例えば２００ｍＮ（約２０ｇ重）程度が用いられる。 40

【００３５】

一方、時刻ｔ１から時刻ｔ２の間は、キャピラリ１４はゆっくり下降する。この間の下降距離は、半導体チップ等の厚みのばらつきを考慮して設定された余裕距離であるが、例えば７０ミクロン程度ある。下降速度は、例えば１～５ｍｍ／ｓｅｃが用いられる。したが 50

って、時刻 t_1 から時刻 t_2 への経過時間は $14 \sim 70 \text{ msec}$ 必要となる。

【0036】

図3は、キャピラリ14がZモータ22の駆動により載物テーブルの上面12にむけて下降して近接したときに、圧電アクチュエータ18を駆動させる様子を説明する図で、キャピラリ14が半導体チップに接触する前後について拡大して示した。図において、時刻 t_4 は衝撃検知センサ21が検知信号を出力した時刻で、それまでキャピラリ14は高速で下降する。時刻 t_4 において衝撃検知センサ21が検知信号を出力すると、まずZモータ22の駆動を止める。そして代わりに一對の相補動作型伸縮駆動素子である圧電素子30、32によって超音波トランスデューサ16が揺動中心46の周りに揺動され、キャピラリ14が上方に移動を始める。

10

【0037】

より詳しくは、時刻 t_4 よりZモータ22によるキャピラリ14の下降はなくなるが、ボンドホルダ20等の慣性力によりキャピラリ14は半導体チップに下向きの衝撃力を与え、キャピラリ14の先端と半導体チップの上面とは接触した状態のまま、さらに下方に若干変位する。時刻 t_4 から一對の相補動作型伸縮素子である圧電素子30、32の揺動駆動によりキャピラリ14が上方に移動を始めるので、この慣性力による下方移動は次第に緩やかになり、揺動駆動による上方移動とバランスした時刻にキャピラリ14の先端が最も下方の位置となる。この最も下方の位置の時刻からキャピラリ14の先端が上昇をはじめ、時刻 t_5 において、半導体チップの元の上面位置の高さ、すなわち衝撃力を受けないときにおける半導体チップの上面位置の高さに戻る。

20

【0038】

すなわち、時刻 t_5 以降において、キャピラリ14の先端は半導体チップの上面から離れる。したがって、半導体チップが受ける荷重は、時刻 t_4 から時刻 t_5 のごく短い期間の衝撃力のみで、時刻 t_5 以降は受ける荷重はゼロに戻る。

【0039】

一方、一對の相補動作型伸縮駆動素子である圧電素子30、32は、キャピラリ14をそのまま上方に移動を続ける相補駆動を行った後、適当な時期に今度は逆方向の相補駆動を行い、超音波トランスデューサ16を逆向きに揺動し、キャピラリ14の先端を再び降下させる。そして時刻 t_6 において、キャピラリ14の先端は、半導体チップ上面に再接触する。時刻 t_6 において半導体チップが受ける荷重は無視できる程度に小さくできる。その後、ボンディング荷重が印加され、所定の超音波エネルギーが供給されて、ワイヤと半導体チップのボンディングパッドの間で接合が行われる。

30

【0040】

一對の相補動作型伸縮素子である圧電素子30、32の駆動対象は、Zモータ22およびボンドホルダ20に比べて慣性の小さい超音波トランスデューサ16である。したがって、時刻 t_4 における上方への移動を迅速に行うことができ、また、時刻 t_6 における再接触においてもソフトランディングが可能である。このようにして、半導体チップが受ける荷重を大幅に軽減できる。この実施の形態の例では、半導体チップが受ける衝撃力の大きさはおよそ 50 mN (約 5 g 重) 以下にすることができる。すなわち、従来技術の衝撃力の大きさに比し、 $1/5$ から $1/10$ に低減できる。

40

【0041】

また、キャピラリの下降における速度は、従来技術のように2段階にわたって速度を変えることなく、最初から最後まで高速で下降できる。したがって、従来技術で必要だった緩やかな速度期間をなくし、キャピラリ下降における高速性を大幅に向上できる。

【0042】

上記説明では、キャピラリ14の先端が半導体チップの上面から離れた後も上方への移動を続け、その後再下降する駆動制御のシーケンスとしたが、他の駆動制御、例えば、時刻 t_5 以降は相補動作型伸縮素子である圧電素子30、32の駆動を停止する制御とすることもできる。この場合、半導体チップが受ける衝撃力はゼロに戻っており、キャピラリ14の先端はほぼ半導体チップの上面位置の高さにあるので、その状態でボンディング荷重

50

を印加する。

【0043】

実施の形態において、揺動中心の高さは、およそ載物テーブルの上面の高さとした。このことで、キャピラリ先端が半導体チップの上面に接触するときにおいて、キャピラリ先端の高さは半導体チップ等の厚みの分を考えても、揺動中心の高さとほぼ同じとなる。この状態でキャピラリは半導体チップの上面から上方に移動し、再びソフトランディングする。したがって、キャピラリの先端の動きを、半導体チップの上面に対してほぼ鉛直方向とでき、キャピラリが半導体チップの上面を滑って移動することを防止できる。

【0044】

また、実施の形態において、揺動中心の位置は、キャピラリの位置と、超音波トランスデューサの重心位置との間の位置にくるように配置するものとした。この構造により、キャピラリ先端位置と超音波トランスデューサの重心位置とが圧電アクチュエータの取付位置をはさんで互いに反対側に位置する。したがって、キャピラリを上方に移動させるときを考えると、超音波トランスデューサの揺動方向は、キャピラリ保持体の重心位置を下方に引き下げる方向なので、重力および慣性力によるモーメントが、キャピラリの上方への移動を助ける方向に働く。したがって、キャピラリの上方への移動を少ない駆動力で迅速に行うことができる。

【0045】

実施の形態において、キャピラリと半導体チップとの接触は衝撃検知センサにより検出するものと説明した。その他、例えば近接センサによりキャピラリと対象物の間隔距離を検出する方法、あるいはZモータに設けられ、位置検出に用いられるエンコーダ等を用いる方法によって、キャピラリと半導体チップとの近接を検出してもよい。

【0046】

また、実施の形態においては、衝撃検知センサを独立に設けたが、相補動作型伸縮駆動素子として用いられる圧電素子を衝撃検知センサとして用いることもできる。例えば、圧電素子が相補動作型伸縮駆動素子として用いられていない時期、すなわちボンドホルダに対する超音波トランスデューサの相対的な移動駆動を行っていない場合において、同じ圧電素子を、キャピラリが前記載物テーブル上面から受ける衝撃を検知して検知信号を出力する衝撃検知センサとして用いることができる。

【0047】

【発明の効果】

本発明に係るワイヤボンディング装置によれば、キャピラリ下降時における衝撃をより軽減できる。本発明に係るワイヤボンディング装置によれば、キャピラリの下降時においてより高速化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る実施の形態のワイヤボンディング装置におけるボンディングヘッド部の側面図である。

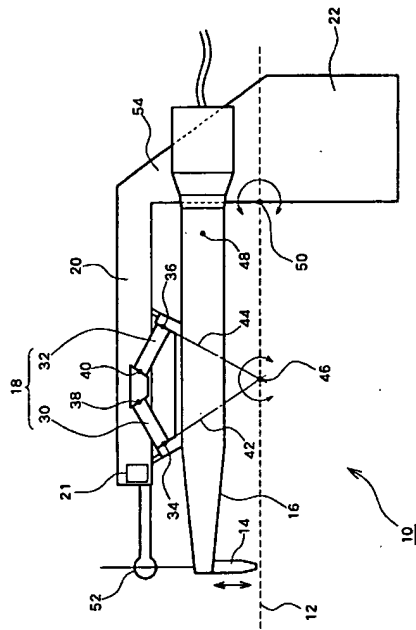
【図2】従来技術におけるキャピラリ下降における衝撃力と速度の様子を説明する図である。

【図3】本発明に係る実施の形態のワイヤボンディング装置における、キャピラリ下降における衝撃力と速度の様子を説明する図で、キャピラリが半導体チップに接触する前後を拡大して示す図である。

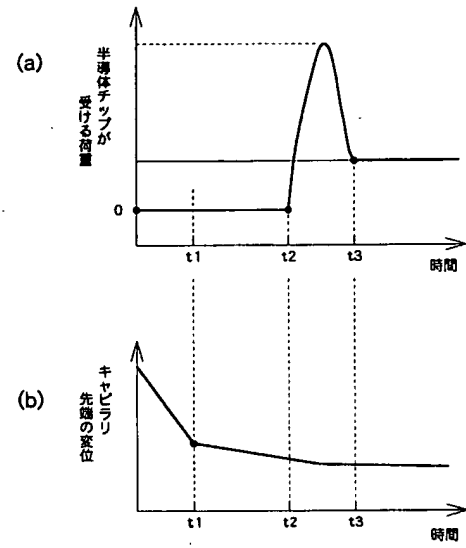
【符号の説明】

10 ボンディングヘッド部、12 載物テーブル上面、14 キャピラリ、16 超音波トランスデューサ（キャピラリ保持体）、18 圧電アクチュエータ（保持体アクチュエータ）、20 ボンドホルダ（保持体ホルダ）、21 衝撃検知センサ、22 Zモータ（ホルダアクチュエータ）、30、32 圧電素子（相補動作型伸縮駆動素子）、34、36、38、40 取付位置、42、44 法線、46 揺動中心、48 重心位置、50 回転軸、52 ワイヤクランプ、54 脚部。

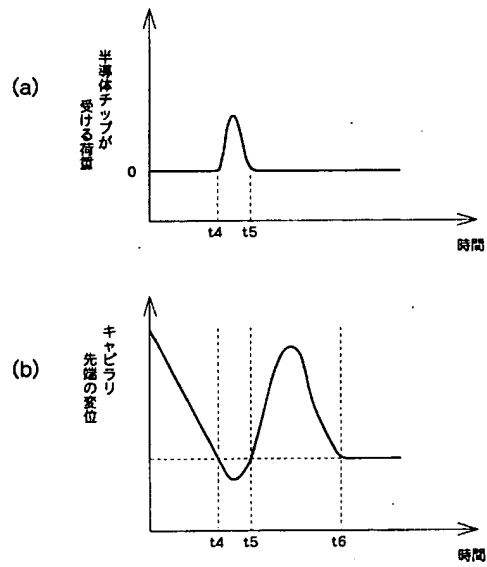
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【手続補正書】

【提出日】平成14年7月16日(2002.7.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正の内容】

【符号の説明】

10	ボンディングヘッド部
12	載物テーブル上面
14	キャピラリ
16	超音波トランスデューサ（キャピラリ保持体）
18	圧電アクチュエータ（保持体アクチュエータ）
20	ボンドホルダ（保持体ホルダ）
21	衝撃検知センサ
22	Zモータ（ホルダアクチュエータ）
30, 32	圧電素子（相補動作型伸縮駆動素子）
34, 36, 38, 40	取付位置
42, 44	法線
46	揺動中心
48	重心位置
50	回転軸
52	ワイヤクランパ
54	脚部